

DOCKET NO.: 265093US90PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Seisho YASUKAWA, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP04/01246

INTERNATIONAL FILING DATE: February 6, 2004

FOR: METHOD OF SETTING MULTICAST TRANSFER ROUTE AND METHOD OF  
MULTICAST LABEL SWITCHING FOR REALIZING THE SAME

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2003-031605	07 February 2003
Japan	2003-038782	17 February 2003

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP04/01246. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Masayasu Mori  
Attorney of Record  
Registration No. 47,301  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number  
**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

10 / 522713  
PCT/JP 2004/001246

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

06.2.2004

28 JAN 2005

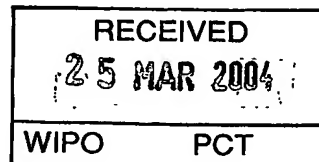
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 2月 7日

出願番号  
Application Number: 特願2003-031605  
[ST. 10/C]: [JP 2003-031605]

出願人  
Applicant(s): 日本電信電話株式会社



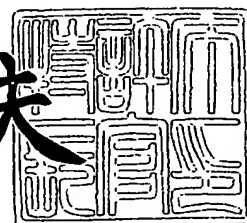
BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH146781

【提出日】 平成15年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H04L 12/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 杉園 幸司

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 宇賀 雅則

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 安川 正祥

【特許出願人】

    【識別番号】 000004226

    【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100070150

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002989

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【プルーフの要否】	要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マルチキャスト転送経路設定方法及びマルチキャスト転送経路計算装置及びマルチキャスト転送経路計算プログラム及びマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 マルチキャスト転送装置がそれぞれ設けられた複数のノードにより構成されるマルチキャストネットワークにおいて、与えられた始点と複数の終点とをそれぞれ結ぶマルチキャスト転送経路をマルチキャスト転送経路計算装置により計算し、計算されたマルチキャスト転送経路をマルチキャスト経路設定装置が設定するマルチキャスト転送経路設定方法において、

前記マルチキャスト転送装置が、

前記マルチキャストネットワーク内のリンク毎に、かつ該リンクにデータが流れる際の進行方向毎にトラヒックの状態を計測し、計測結果を前記マルチキャスト転送経路計算装置に送信することでマルチキャスト転送経路の計算依頼を行い、

前記マルチキャスト転送経路計算装置が、

前記計算依頼として取得した前記計測結果に基づいて、前記始点と前記複数の終点を結ぶ最短経路を計算し、同時に、該最短経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録し、

計算された前記最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算し

前記最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、もし該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、前記最短経路に合致する条件が見つかった場合には、計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し、検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定し、

計算した計算結果を前記マルチキャスト転送経路設定装置に通知し、  
前記マルチキャスト転送経路設定装置が、  
受け付けた前記計算結果に従い、マルチキャスト転送経路を設定することを特徴とするマルチキャスト転送経路設定方法。

【請求項2】 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

前記始点と前記終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのような経路のうち最もコストが小さい経路を計算する請求項1記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

【請求項3】 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

計算される経路の始点を前記分割された2つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を前記削除対象となった経路の終点とするような経路を計算する請求項2記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

【請求項4】 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムを遅延に対して適用し、前記遅延条件を満たす間実行する請求項3記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

【請求項5】 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムをコストに対して適用し、前記遅延条件を満たす経路を発見するまで実行する請求項4記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

【請求項6】 前記マルチキャスト転送経路計算装置において、前記補完経路を計算する際に、

計算結果が、前記遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算時に前記記憶媒体に記録された、始点から前記補完経路の始点までの遅延と、前記補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延と、を使

用する請求項4または、5記載のマルチキャスト転送経路設定方法。

【請求項7】 マルチキャストネットワークにおけるマルチキャスト転送経路計算装置であって、

前記マルチキャストネットワークにおけるトラヒック状態の計測結果を受信する計測結果受信手段と、

受信した前記計測結果を記憶する計測情報記憶手段と、

前記計測結果を前記計測情報記憶手段に格納する計測結果格納手段と、

前記計測結果を前記計測情報記憶手段から読み取り、該計測結果に基づいて経路計算を行う経路計算手段と、を有し、

前記経路計算手段は、

始点と複数の終点を結ぶ最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録する最短経路遅延計算手段と、

計算された前記最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計算手段と、

前記最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場合には、前記最短経路計算手段で計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索する最大コスト経路検索手段と、

検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割する経路木分割手段と、

別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定する補完経路計算手段と、を有することを特徴とするマルチキャスト転送経路計算装置。

【請求項8】 前記補完経路計算手段は、

前記始点と前記終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのよ

うな経路のうち最もコストが小さいものを計算する手段を含む請求項7記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

【請求項9】 前記補完経路計算手段は、

計算される経路の始点を前記経路木分割手段で分割された2つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を前記削除対象となった経路の終点とするような経路を計算する手段を含む請求項8記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

【請求項10】 前記補完経路計算手段は、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムを遅延に対して適用し、前記遅延条件を満たす間実行する手段を含む請求項9記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

【請求項11】 前記補完経路計算手段は、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムをコストに対して適用し、前記遅延条件を満たす経路を発見するまで実行する手段を含む請求項10記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

【請求項12】 前記補完経路計算手段は、

計算結果が、前記遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算において記録された、始点から前記補完経路の始点までの遅延と、前記補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延と、を使用する請求項10または、11記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

【請求項13】 前記経路計算手段の計算結果を転送経路設定用制御メッセージに記載する手段と、

前記転送経路設定用制御メッセージを前記計算結果が示すマルチキャスト転送経路に沿って送信する手段と、を有する請求項7記載のマルチキャスト転送経路計算装置。

【請求項14】 マルチキャスト転送経路設定装置からマルチキャスト転送経路の計算依頼を受信する手段と、

前記計算結果を前記マルチキャスト転送経路設定装置へ送信する手段と、を有する請求項7記載のマルチキャスト転送経路計算装置。



【請求項15】 受信したマルチキャストネットワーク内のリンク上で発生するトラヒックの計測結果に基づいてマルチキャスト転送経路を計算するコンピュータに実行させるマルチキャスト転送経路計算プログラムであって、

始点と複数の終点を結ぶ最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録する最短経路遅延計算ステップと、

計算された前記最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計算ステップと、

前記最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場合には、前記最短経路計算手段で計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し、検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定する補完経路計算ステップとからなることを特徴とするマルチキャスト転送経路計算プログラム。

【請求項16】 前記補完経路計算ステップは、

前記始点と前記終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのような経路のうち最もコストが小さいものを計算する請求項15記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

【請求項17】 前記補完経路計算ステップは、

計算される経路の始点を前記分割された2つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を前記削除対象となった経路の終点とするような経路を計算する請求項16記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

【請求項18】 前記補完経路計算ステップは、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムを遅延に対して適

用し、前記遅延条件を満たす間実行する請求項 17 記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

【請求項 19】 前記補完経路計算ステップは、

公知のアルゴリズムである k-th shortest path アルゴリズムをコストに対して適用し、前記遅延条件を満たす経路を発見するまで実行する請求項 18 記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

【請求項 20】 前記補完経路計算ステップは、

計算結果が、前記遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算において記録された、始点から前記補完経路の始点までの遅延と、前記補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延と、を使用する請求項 18 または、19 記載のマルチキャスト転送経路計算プログラム。

【請求項 21】 受信したマルチキャストネットワーク内のリンク上で発生するトラヒックの計測結果に基づいてマルチキャスト転送経路を計算するコンピュータに実行させるマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納するマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体であって、

前記請求項 15 乃至請求項 20 項記載のプログラムを格納したことを特徴とするマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マルチキャスト転送経路設定方法及びマルチキャスト転送経路計算装置及びマルチキャスト転送経路計算プログラム及びマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体に係り、特に、マルチキャスト転送装置がそれぞれ設けられた複数のノードにより構成されるマルチキャストネットワークにおいて、与えられた始点と複数の終点とをそれぞれ結ぶマルチキャスト転送経路をマルチキャスト転送経路計算装置により計算し、計算されたマルチキャスト転送経路をマルチキャスト経路設定装置が設定するマルチキャスト転送経路設定方法及びマルチキャスト転送経路計算装置及びマルチキャスト転送経路計算プログラム及びマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

コンピュータネットワーク上で、動画や音声を特定多数のユーザに配送するマルチキャスト通信が注目を集めている。この通信方式は、経路の始点と選択された1つ以上の終点を結ぶ経路のうち、経路が分かれる部分において情報をコピーし、各終点へと情報を配送する。特定多数の終点と始点と1対1で通信を行うユニキャスト通信を用いて情報を配送した場合、終点の数だけ始点は情報を用意する必要がある。よって、マルチキャスト通信を用いることにより、ネットワーク内の情報量は減少する。マルチキャスト通信では特定多数の終点をマルチキャストグループと呼ばれる管理単位で管理し、マルチキャストグループに対して1つの転送経路が設定される。この転送経路は始点からマルチキャストグループに属する全ての終点を接続するように設定される。また、あるマルチキャストグループへと転送される情報を取得したいユーザは、マルチキャストグループに参加することで情報を取得する。このため、ユーザの参加状況に応じて転送経路は変化する。

## 【0003】

マルチキャスト通信を用いるアプリケーションとして、テレビ会議やオンラインゲーム、映画やテレビ等の動画配送があげられる。このうち、テレビ会議ではデータ転送遅延が重要な性能項目となる。通常行われる会話では、音声は相手に届くまでの遅延が100ms以下である場合、違和感なく会話ができることが分かっている。このため、これらのアプリケーションを使用してサービスを提供する際、顧客が満足するサービスを提供するためには、ある一定値以下の遅延を実現することが重要となる。このようなサービスを提供する手段として、始点から終点までのデータの転送経路を選択する際、アプリケーションが要求する遅延条件を満たす経路を選択する方法が存在する。

## 【0004】

また、マルチキャスト通信における経路計算において、経路全体のコストを小さくすることが、ネットワーク管理者の作業の軽減や経路使用者が支払う経路使用料の観点から要求される。このため、テレビ会議などのサービスを実現する際

には、遅延条件を満たしつつ、経路全体のコストを小さくすることを目的としたアルゴリズムが要求される。このような経路選択アルゴリズムをDelay constrained multicast algorithmと呼ぶ。近年、このような遅延に厳しいアプリケーションを提供するために、Delay constrained multicast algorithm の実現方法に注目が集まっている（例えば、非特許文献1、非特許文献2 参照。）。

#### 【0005】

現在提案されている方式のうち、遅延条件を満たすコストの小さい経路を計算することで経路全体のコストの削減という観点で優れている方式がある。この方式は以下のような手続を実行する。

#### 【0006】

- ① 始点と各終点を結ぶ最短経路を計算する。

#### 【0007】

- ② 計算された経路の中に存在する、始点、終点、経路の分岐点のうち、同種の2点間、もしくは異種の2点間を接続し、経路の中間点として始点、終点、経路の分岐点を含まない経路の中で、最も2点間のコストが大きいものを選択し、削除する。

#### 【0008】

- ③ 削除した結果、2分割された経路木T1とT2が生成される。ここで、T1は始点を含む部分経路木、T2はそれ以外の部分経路木とする。

#### 【0009】

- ④ 2つの経路木に属する任意の点を端点とし、始点、終点間で被る遅延が予め提示してある条件を満たす経路を削除した経路の補完経路として計算し、そのうち最もコストの小さいものを経路木に追加する。

#### 【0010】

- ⑤ 続いて次にコストの大きい項目②記載の経路を探索する。

#### 【0011】

- ⑥ すべての経路の補完経路を探索し終わるまで②～⑤の手続を繰り返す。

#### 【0012】

この技術をテレビ会議などのサービス実現時に適用することで、ある上限値以

下の転送遅延を実現する転送経路を計算することが可能となる（例えば、非特許文献 2 参照）。

【0 0 1 3】

【非特許文献 1】

V. Kompella 他、"Multicast routing for multimedia communication," IE  
EE/ACM Transactions on Networking, Volume: 1 Issue:3, pp.286-292, June 1  
993

【0 0 1 4】

【非特許文献 2】

Q. Zhu, 他、"A source-based algorithm for delay-constrained minimum-c  
ost multicasting," proc in IEEE INFOCOM'95, vol.1, pp.377-385, 1995

【0 0 1 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の遅延条件を満たすコストの小さい経路を計算することで  
経路全体のコストの削減を図る技術では、以下のような問題がある。当該技術で  
は、計算に必要な時間が大きいことが報告されている。

【0 0 1 6】

また、当該技術は、リンクの上りと下りの遅延が同じであるとの想定のもとに  
計算を実行する。通常、ネットワーク内のリンクで被る遅延は方向によって異なる。  
従来技術をこのような状況に対応できるように拡張すると次のような動作が  
必要となる。

【0 0 1 7】

(1) 補完経路追加時に補完経路の終点（部分木 T 2 内に存在する）から T  
2 に存在する終点までの経路の再計算を実行。

【0 0 1 8】

(2) 再計算結果に対し、始点－終点間で被る遅延値を計算し、遅延条件を  
満たすことを確認。条件を満たさない場合次にコストの小さい経路を選択し、（  
1）の処理を行う。

【0 0 1 9】

また、再計算の実施に伴い、変更前の経路では、遅延条件を満たしていない終点に変更後条件を満たさなくなるという事例が多く発生することが予想される。この事態による経路の再計算などの問題が生じるため、より計算時間が大きくなることが予想される。

#### 【0020】

迅速なサービスの提供を実現するためには、経路設定を短時間で行うことが求められる。しかし、上記の従来の方式を採用した場合、経路計算に多くの時間を消費するため、サービス開時間に遅延が生じる。

#### 【0021】

本発明は、上記の点に鑑みなされたもので、マルチキャスト転送経路の計算速度の向上を実現し、始点と終点の間で被る遅延値に制限値が生じるときの経路全体のコストの削減を実現できる、マルチキャスト転送経路設定方法及びマルチキャスト転送経路計算装置及びマルチキャスト転送経路計算プログラム及びマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体を提供することを目的とする。

#### 【0022】

##### 【課題を解決するための手段】

図1は、本発明の原理を説明するための図である。

#### 【0023】

本発明は、マルチキャスト転送装置がそれぞれ設けられた複数のノードにより構成されるマルチキャストネットワークにおいて、与えられた始点と複数の終点とをそれぞれ結ぶマルチキャスト転送経路をマルチキャスト転送経路計算装置により計算し、計算されたマルチキャスト転送経路をマルチキャスト経路設定装置が設定するマルチキャスト転送経路設定方法において、

マルチキャスト転送装置が、

マルチキャストネットワーク内のリンク毎に、かつ該リンクにデータが流れる際の進行方向毎にトラヒックの状態を計測し、計測結果をマルチキャスト転送経路計算装置に送信する（ステップ1）。マルチキャスト転送経路設定装置はマルチキャスト転送経路の計算依頼を行い（ステップ2）、

マルチキャスト転送経路計算装置が、

計算依頼として取得した計測結果に基づいて、始点と複数の終点を結ぶ最短経路を計算し（ステップ3）、同時に、最短経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し（ステップ4）、計算した値を記憶媒体に記録し（ステップ5）

、

計算された最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算し（ステップ6）

、  
最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し（ステップ7）、もし該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、最短経路に合致する条件が見つかった場合には、計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し（ステップ8）、検索された該経路を該最短経路から削除して（ステップ9）、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し（ステップ10）、別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定し（ステップ11）、

計算した計算結果をマルチキャスト転送経路設定装置に通知し（ステップ12）

、  
マルチキャスト転送経路設定装置が、

受け付けた計算結果に従い、マルチキャスト転送経路を設定する（ステップ13）。

#### 【0024】

また、本発明は、マルチキャスト転送経路計算装置において、補完経路を計算する際に、

始点と終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのような経路のうち最もコストが小さい経路を計算する。

#### 【0025】

また、本発明は、マルチキャスト転送経路計算装置において、補完経路を計算する際に、

計算される経路の始点を分割された2つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を削除対象となった経路の終点とするような経路を計算する。

#### 【0026】

また、本発明は、マルチキャスト転送経路計算装置において、補完経路を計算する際に、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムを遅延に対して適用し、遅延条件を満たす間実行する。

#### 【0027】

また、本発明は、マルチキャスト転送経路計算装置において、補完経路を計算する際に、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムをコストに対して適用し、遅延条件を満たす経路を発見するまで実行する。

#### 【0028】

また、本発明は、マルチキャスト転送経路計算装置において、補完経路を計算する際に、

計算結果が、遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算時に記憶媒体に記録された、始点から補完経路の始点までの遅延と、補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延とを使用する。

#### 【0029】

図2は、本発明の原理構成図である。

#### 【0030】

本発明は、マルチキャストネットワークにおけるマルチキャスト転送経路計算装置であって、

マルチキャストネットワークにおけるトラヒック状態の計測結果を受信する計測結果受信手段130と、

受信した計測結果を記憶する計測情報記憶手段112と、

計測結果を計測情報記憶手段112に格納する計測結果格納手段111と、

計測結果を計測情報記憶手段112から読み取り、該計測結果に基づいて経路



計算を行う経路計算手段120と、を有し、

経路計算手段120は、

始点と複数の終点を結ぶ最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体122に記録する最短経路遅延計算手段1211と、

計算された最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計算手段1212と、

最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場合には、最短経路計算手段1211で計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索する最大コスト経路検索手段1213と、

検索された経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割する経路木分割手段1214と、

別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定する補完経路計算手段1215と、を有する。

#### 【0031】

また、本発明の補完経路計算手段1215は、

始点と終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのような経路のうち最もコストが小さいものを計算する手段を含む。

#### 【0032】

また、本発明の補完経路計算手段1215は、

計算される経路の始点を経路木分割手段1214で分割された2つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を削除対象となった経路の終点とするような経路を計算する手段を含む。

#### 【0033】

また、本発明の補完経路計算手段1215は、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムを遅延に対して適用し、遅延条件を満たす間実行する手段を含む。

【0034】

また、本発明の補完経路計算手段1215は、公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムをコストに対して適用し、遅延条件を満たす経路を発見するまで実行する手段を含む。

【0035】

また、本発明の補完経路計算手段1215は、  
計算結果が、遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算において記録された、始点から補完経路の始点までの遅延と、補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延とを使用する。

【0036】

また、本発明のマルチキャスト転送経路計算装置は、  
経路計算手段120の計算結果を転送経路設定用制御メッセージに記載する手段と、

転送経路設定用制御メッセージを計算結果が示すマルチキャスト転送経路に沿って送信する手段と、を有する。

【0037】

また、本発明のマルチキャスト転送経路計算装置は、  
マルチキャスト転送経路設定装置からマルチキャスト転送経路の計算依頼を受信する手段と、

計算結果をマルチキャスト転送経路設定装置へ送信する手段と、を有する。

【0038】

本発明は、受信したマルチキャストネットワーク内のリンク上で発生するトラヒックの計測結果に基づいてマルチキャスト転送経路を計算するコンピュータに実行させるマルチキャスト転送経路計算プログラムであって、

始点と複数の終点を結ぶ最短経路を計算し、同時に、経路上の任意のノードから各終点までの遅延を計算し、計算した値を記憶媒体に記録する最短経路延計算ステップと、

計算された最短経路上をデータが流れるときの最大遅延を計算する最大遅延計算ステップと、

最大遅延を予め与えられた遅延条件と比較し、該遅延条件に合わない場合には、該遅延条件を再設定し、該最短経路に合致する条件が見つかった場合には、最短経路計算手段で計算された該最短経路において、始点と終点と経路の分岐点との3種類の異なる種類のいずれか2つのノード、もしくは同種の2つのノードを端点とし、かつ途中に、該3種類のノードを含まない任意の部分経路群から両端の2つのノード間のコストが最も大きい経路を検索し、検索された該経路を該最短経路から削除して、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、別に計算された経路を該2つの経路木を結ぶために削除対象となった経路の補完経路として設定する補完経路計算ステップとからなる。

#### 【0039】

また、本発明の補完経路計算ステップは、

始点と終点の間で被る遅延が与えられた上限を下回り、かつ、そのような経路のうち最もコストが小さいものを計算する。

#### 【0040】

また、本発明の補完経路計算ステップは、

計算される経路の始点を分割された2つの経路木のうち、始点を含む経路木に属する任意のノードから選択し、終点を削除対象となった経路の終点とするような経路を計算する。

#### 【0041】

また、本発明の補完経路計算ステップは、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムを遅延に対して適用し、遅延条件を満たす間実行する。

#### 【0042】

また、本発明の補完経路計算ステップは、

公知のアルゴリズムであるk-th shortest pathアルゴリズムをコストに対して適用し、遅延条件を満たす経路を発見するまで実行する。

#### 【0043】

また、本発明の補完経路計算ステップは、

計算結果が、遅延条件に合致するか検査する際に、計算開始時に行った最短経路計算において記録された、始点から補完経路の始点までの遅延と、補完経路の終点からその下流に存在する各終点までの遅延と、を使用する。

#### 【0044】

本発明は、受信したマルチキャストネットワーク内のリンク上で発生するトラヒックの計測結果に基づいてマルチキャスト転送経路を計算するコンピュータに実行させるマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納するマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体であって、上記のマルチキャスト転送経路計算プログラムを格納した記憶媒体である。

#### 【0045】

上記のように、本発明では、補完経路の終点を削除対象の経路の終점에固定することで、最短経路の部分木のうち削除対象の経路の終点を根とする部分木の形状を変更することなく、マルチキャスト転送経路を作成することが可能である。

さらに、本発明では、補完経路を木全体のコスト削減に有効である選択基準に従い選択することで、従来広く用いられている始点と終点間の最短経路を転送経路に採用していたマルチキャスト転送経路計算装置に比べて、経路のコスト削減に有効である。また、本発明では、既存のネットワーク内のトラヒック状態を示すネットワーク計測情報の収集機能を利用するだけで、容易に転送経路の計算をすることが可能となる。そして、ネットワーク計測情報をマルチキャスト転送経路計算装置が取得することは容易であり、転送経路計算のために必要なネットワーク計測情報を収集するために新たなプロトコルの開発を必要としないという利点がある。

#### 【0046】

##### 【発明の実施の形態】

以下、図面と共に本発明の実施の形態を説明する。

#### 【0047】

図3は、本発明の一実施の形態における概要を説明するための図である。なお、同図中の（）内の番号と以下の説明の番号は対応するものとする。

## 【 0 0 4 8 】

本発明は、始点から終点まで転送される際に被る遅延値に上限値が存在する場合のマルチキャストネットワーク内のマルチキャスト転送経路設定方法である。そして、当該マルチキャストネットワークは、マルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 が設けられた複数のノードにより構成されており、また、各ノードのいずれかのノードにマルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 または、マルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 が設けられている。

## 【 0 0 4 9 】

そして、ネットワーク内のマルチキャスト転送装置 3 0 0 が、各リンクで発生するデータ転送遅延などを示すネットワーク計測情報をデータが流れる方向毎に収集し（１）、そして、マルチキャスト転送装置 3 0 0 がマルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 やマルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 にネットワーク計測情報を通知する（２）。そして、マルチキャストにより転送するデータの転送経路の設定の必然性が生じたときに、マルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 とマルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 によって後述する処理に従い、データの転送経路の設定が実行される。

## 【 0 0 5 0 】

本発明においては、マルチキャスト転送装置 3 0 0 は、ノード間で転送されるデータのネットワーク計測情報を収集する機能を有し、マルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 は、転送経路を計算する機能を有し、マルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 は、転送経路を設定する機能を有する。また、１つのノードが複数の上述した装置の機能を有している場合もある。

## 【 0 0 5 1 】

ここで、マルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 とマルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 が異なる装置である場合には、マルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 がマルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 への転送経路計算を依頼する。また、マルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 とマルチキャスト転送経路計算装置 1 0 0 が同一装置である場合、マルチキャスト転送経路設定装置 2 0 0 が自身の経路計算モジュールに経路計算を指示する。そして、マルチキャスト転送経路設

定装置 200 もしくは、マルチキャスト転送経路計算装置 100 の経路計算モジュールが、収集した情報をもとに転送経路を計算する (5)。そして計算結果は、マルチキャスト転送経路設定装置 200 の経路設定モジュールに通知され (6)、当該計算結果を受信したマルチキャスト転送経路設定装置 200 がデータのマルチキャスト転送経路を設定する。なお、上述のネットワーク計測情報を収集する機能においては、すでに提案されている OSPF-TE (Open Shortest Path First-Traffic Engineering) や、IS-IS-TE (Intermediate system-Intermediate system-traffic Engineering) などの隣接ノード間でのネットワーク計測情報を交換する機能が備わった経路計算プロトコルを拡張して用いることにより、ネットワーク計測情報を収集する。

#### 【0052】

また、マルチキャスト転送経路計算装置 100 は、マルチキャスト転送装置 300 からネットワーク計測情報を受信する機能と、かつ転送経路の計算結果を送信するパケット転送機能、経路計算に使用するアルゴリズムを実現するプログラム、ネットワーク計測情報や経路計算プログラムや経路計算結果を保存する記憶媒体、並びに、経路計算を実行する経路計算機能により構成される。

#### 【0053】

また、本発明で使用する経路計算プログラムは、転送経路の始点から各終点までの最短経路を計算する機能と、最短経路の経路を行う手順の中で計算される経路上の点から各終点までの最短遅延を計算する機能と、最短経路を構成する経路のうち、始点、終点、経路の分岐点のいずれかを端点とし、経路の中間点に始点、終点、経路の分岐点を含まない一続きの経路から最大のコストを有する経路を検索する機能と、検索結果となる経路を削除し、削除された経路を補完する経路として、経路の終点が削除された経路の終点であり、経路の始点が、削除された経路の始点を含む最短経路の部分木を構成する任意のノードのうち最もコストの小さいものを選択する機能を有する。

#### 【0054】

上記の機能により、本発明では、補完経路の終点を削除対象の経路の終点に固定することで、最短経路の部分木のうち削除対象の経路の終点を根とする部分木

の形状を変更することなく、マルチキャスト転送経路を作成することが可能である。

#### 【0055】

さらに、本発明では、補完経路を木全体のコスト削減に有効である選択基準に従い選択することで、従来広く用いられている始点と終点間の最短経路を転送経路に採用していたマルチキャスト転送経路計算装置に比べて、経路のコスト削減に有効である。また、本発明では、既存のネットワーク内のトラヒック状態を示すネットワーク計測情報の収集機能を利用するだけで、容易に転送経路の計算をすることが可能となる。そして、ネットワーク計測情報をマルチキャスト転送経路計算装置100が取得することは容易であり、転送経路計算のために必要なネットワーク計測情報を収集するために新たなプロトコルの開発を必要としないという利点がある。

#### 【0056】

次に、本発明のマルチキャスト転送経路設定方式を実現するために必要なマルチキャスト経路計算装置100とマルチキャスト転送経路設定装置200について説明する。

#### 【0057】

図4は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路計算装置の構成を示す。同図に示すマルチキャスト転送経路計算装置100は、ネットワーク内のノードや各ノードをつなぐリンクで発生する遅延やコストに関するネットワーク計測情報を管理する情報管理部110と、転送経路を計算する経路計算部120と、送受信するパケットを処理するパケット処理部130より構成される。

そして、マルチキャスト転送経路計算装置100のパケット処理部130が、情報管理部110で管理されるネットワーク計測情報や経路計算依頼の受信や、経路計算部120が計算した転送経路の計算結果のマルチキャスト転送経路設定装置200への送信を行う。

#### 【0058】

プロトコルを処理するルーティングプロトコルモジュール111とそのプロトコルによって得られたネットワークのトポロジや遅延、コストなどのネットワーク

計測情報を管理する計測情報記憶部 112 とを備えている。

#### 【0059】

また、経路計算部 120 は、転送経路を計算する計算処理モジュール 121 と、計算結果を記憶する計算結果記憶部 122 とを備えている。

#### 【0060】

また、パケット処理部 130 は、到着したパケットの種別を判断し、そのパケットを転送、または、情報管理部 110 に送るパケット転送処理モジュール 131 とパケット転送先を記録するパケット転送テーブル記憶部 132 と、ネットワークインタフェース 133 とを備えている。

#### 【0061】

図 5 は、本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路設定装置の構成を示す。

#### 【0062】

同図において、マルチキャスト転送経路設定装置 200 は、ネットワーク内のノードやリンクで発生する遅延やコストに関する情報を管理する情報管理部 210 と、自身の処理により発生する遅延やコストなどを測定する測定部 220 と、新たなデータフローが発生したときに経路設定を行う経路設定用プロトコル処理部 230 と、到着したパケットを処理するパケット処理部 240 により構成される。

#### 【0063】

そして、情報管理部 210 の基本構成は、マルチキャスト転送経路計算装置 100 の情報管理部 110 と同様であり、ルーチングプロトコルモジュール 211 と、計測情報記憶部 212 を備えている。

#### 【0064】

また、測定部 220 は、パケット処理部 240 が備えるネットワークインタフェース 243 の状態や、ネットワーク上の各ノードの処理の遅延などの情報を測定する測定モジュールを備えている。

#### 【0065】

パケット処理部 2340 は、到着したパケットの種別を判断し、パケットの転



送を行い、また、新規の経路設定の決定を判断するパケット処理モジュール241と、パケットの転送先を記録するパケット転送テーブル記憶部242と、ネットワークインタフェース243を備えている。

#### 【0066】

また、マルチキャスト転送経路設定装置200は、経路計算部250を備えており、経路計算部250は、転送経路を計算する計算処理モジュール251と、計算結果を記憶する計算結果記憶部252とを備えている。なお、転送経路の計算をマルチキャスト転送経路設定装置200が行う場合には、この経路計算部250がマルチキャスト転送経路計算装置100と同様の処理を行う。

#### 【0067】

経路設定用プロトコル処理部230は、パケット処理部240から経路設定依頼を受信し、その経路設定依頼のマルチキャスト転送経路計算装置100への送信処理を行う。また、経路設定用プロトコル処理部230は、マルチキャスト転送経路計算装置100から受信した転送経路の計算結果に従ってデータ転送のための転送経路を設定する機能を有する。

#### 【0068】

なお、マルチキャスト転送経路計算装置100とマルチキャスト転送経路設定装置200が同一ノードである場合には、そのノードは、マルチキャスト転送経路計算装置100とマルチキャスト転送経路設定装置200の各処理部を有し、上述の各処理を行う。また、マルチキャスト転送装置300の機能が同一のノードに備えられる場合には、経路設定用プロトコル処理部230は、隣接するノードに対して経路計算依頼を行う。

#### 【0069】

次に、上記のマルチキャスト転送経路計算装置100、マルチキャスト転送経路設定装置200、マルチキャスト転送装置300の動作を説明する。

#### 【0070】

ネットワーク内のマルチキャスト転送装置300の機能を有するノードには、常にネットワークのトポロジや遅延やコストを表すネットワーク計測情報を隣接ノード間で交換する。そして、各ノードは、その交換処理によって得られたネッ

トワーク計測情報を記憶する。

#### 【0071】

ノードが交換するネットワーク計測情報は、次ノードで計測したネットワーク計測情報のみならず、自ノードが保持する他ノードが計測したネットワーク計測情報も含まれる。これらの交換動作により、各ノードは、ネットワーク内の全ノードにおける接続情報や遅延などのネットワーク計測情報を保持する。そして、新たに転送経路を設定するマルチキャスト転送経路設定装置200の機能を有するノードは、マルチキャスト転送経路計算装置100の機能を有するノードに経路計算依頼をする。このとき、マルチキャスト転送経路計算装置100の機能を有するノードは、情報管理部110で管理されているネットワーク内のトポロジや遅延などトラヒックに関するネットワーク計測情報と、経路計算依頼をしたノードから送られてきた終点の情報に基づいて転送経路を計算する。

#### 【0072】

図6は、本発明の一実施の形態における転送経路計算アルゴリズムのフローチャートである。

#### 【0073】

まず、マルチキャスト転送経路設定装置200の機能を有するノードからの経路計算依頼をマルチキャスト転送経路計算装置100が受け付ける。このとき、マルチキャスト転送経路計算装置100は、マルチキャスト転送経路設定装置200からデータ転送の終点の情報も受け付ける。すると、マルチキャスト転送経路計算装置100の経路計算部120が情報管理部110の計測情報記憶部112に記録されているネットワークのトポロジやトラヒック状態を示すネットワーク計測情報を読み取る（ステップ101）。

#### 【0074】

そして、経路計算モジュール121がネットワーク計測情報を用いて、データ転送の始点と終点までの遅延が最も小さい遅延最小経路を計算する（ステップ102）。このとき、経路計算モジュール121は、経路計算依頼を送信したノードを始点とし、データ転送の終点のノードまでの遅延最小経路を計算する。なお、遅延最小経路の計算には、ダイクストラのアルゴリズムを用いる。これより、

経路計算依頼を発行したノードと各終点までの遅延最小経路が算出される。

#### 【0075】

次に、マルチキャスト転送経路計算装置100の経路計算計算モジュール121は、ステップ102で求めた始点から終点までの遅延最小経路を構成するノードのうち、始点と、各終点と、経路の分岐点と、のいずれかに挟まれ、かつ途中に前述の3種類のノードを含まない部分経路を検索する（ステップ103）。

#### 【0076】

そして、計算された部分経路のうち、部分経路を構成するリンクのコストが最も大きい経路を選択し、これを前述の遅延最小経路から削除する。このとき、削除対象となる経路の終点の情報を経路結果記憶部122の一部に記録する（ステップ104）。このとき、前述の遅延最小経路は2つの部分経路に分割される。

次に、マルチキャスト転送経路計算装置100の経路計算モジュール121は、擬似的な始点と、擬似的な始点から前述の分割された部分経路のうち、遅延最小経路の始点を含む部分経路に含まれるすべてのノードへとつながるリンクと、を情報管理部110の計測情報記憶部112に記録されているネットワークのトポロジに追加する。この後、前述の分割された部分経路のうち、始点を含まない部分経路が通過するリンクとノード、並びに当該ノードに接続されるすべてのリンクの前述のトポロジから削除する。但し、削除対象となる前述の部分経路の始点となるノード、並びに、当該ノードと部分経路を構成しないノードを結ぶリンクは、ネットワークトポロジからの削除対象としないものとする（ステップ105）。

#### 【0077】

次に、擬似的な始点と遅延最小経路の始点を含まない部分経路の始点を結ぶ経路を検索する。このとき、経路の検索のために、k-shortest path algorithm と呼ばれる、最小遅延を実現する経路から数えてk番目に小さい遅延を実現する経路を計算するアルゴリズムを適用する。この種類のアルゴリズムは、k-1番目に小さい経路を検索した後、k番目に小さい経路の検索を行う。よって、許容する遅延の上限値を設け、上限値を下回る経路が全て発見されるまで該当アルゴリズムを実行することが可能となる。このようにして検索された経路は削除された

経路を補完する経路の候補となる（ステップ106）。

#### 【0078】

次に、マルチキャスト転送経路計算装置100の経路計算モジュール121は、k-th shortest path algorithmによって検索された経路のうち、経路を構成するリンクが保持するコストの経路全体の総和を計算し、最もコストが小さい経路を選択する。選択された経路は削除された経路を補完するために新たに経路として選択される（ステップ107）。

#### 【0079】

最後に、マルチキャスト転送経路計算装置100の経路計算モジュール121は、上記のステップ103からステップ107までの動作を削除対象の経路と選択された補完経路が同一経路となる場合、次にコストの大きい経路を探索し、すべての探索経路において、補完経路が探索経路と同一経路となるまで繰り返す（ステップ108）。

#### 【0080】

このようにして計算した結果を、経路計算モジュール121は、パケット処理部130を介して経路計算依頼を発行したノードに返送する（ステップ109）。

。

#### 【0081】

なお、本実施の形態では、マルチキャスト転送装置300が遅延などのネットワーク計測情報を収集する際には、OSPF-TEを用いる。OSPF-TEは、ユニキャストのルーティングプロトコルであるOSPFのトポロジ情報交換情報に遅延などのネットワーク内のトラフィック情報を格納した通信プロトコルである。

。

#### 【0082】

また、本実施の形態では、データの転送を設定するプロトコルとして、明示的な経路指定を実施するRSVP-TE (Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering) を拡張したマルチキャストMPLS (Multi Protocol Label Switching) プロトコルを使用する。マルチキャストMPLSは、通常のMPLSで用いられるRSVP-TEに対して、LSP (Label Switched Path) を生成するメ

ッセージ中にツリートポロジを格納できる情報要素を追加し、そのトポロジ情報に沿って、Point-to-Multipoint LSPを確立することができる技術である。

#### 【0083】

##### 【実施例】

以下、図面と共に本発明の実施例を説明する。

#### 【0084】

図7は、本発明の一実施例のマルチキャストネットワークを示す。

#### 【0085】

同図において、①はデータ転送経路の始点を示し、②～④はデータ転送の終点を示す。また、A～Iは始点と終点との間の中間ノードであり、マルチキャスト転送装置300の機能を有している。なお、マルチキャスト転送経路設定装置200、ノードA～I、終点②～④の各ノードが通信ケーブル（リンク）により接続されてマルチキャストネットワークを構成している。そして、各リンクは、遅延とコストという2つの特性を持っている。リンクの遅延特性とコスト特性は、データがリンクに進入する際の進入方向によって、異なる遅延特性とコスト特性を有することが認められている。この場合、リンクD-Eのようにデータが右方向に移動するときは、遅延特性が1でコスト特性が10であり、逆方向に移動するときは遅延特性が1でコスト特性が1となるリンクが存在する。そして、マルチキャスト転送経路設定装置200は、マルチキャスト転送経路計算装置100が計算した結果に基づいて、自らを始点として終点①～終点③に対してデータを転送する。

#### 【0086】

なお、各ノード間のリンクで発生する遅延を示すネットワーク計測情報は、前述のOSPF-TEを用いて各ノードが収集する。そして、当該ネットワーク計測情報が予めマルチキャスト転送経路計算装置100に通知される。

#### 【0087】

マルチキャスト転送経路設定装置200が遅延の上限値が7である経路を計算する例を示す。

#### 【0088】

図8は、本発明の一実施例のデータ転送の始点と各終点を結ぶ経路のうち遅延最小経路を示す。

#### 【0089】

マルチキャスト転送経路計算装置100は、マルチキャスト転送経路設定装置200からの経路計算依頼を受けると、まず、始点となるマルチキャスト転送経路設定装置200から各終点①～終点③までの遅延最小経路を計算する。この時、マルチキャスト転送経路計算装置100は、遅延最小経路の計算アルゴリズムとしてダイクストラのアルゴリズムを用いる。ダイクストラのアルゴリズムは、遅延最小経路を計算するアルゴリズムとしては一般的によく使用される。なお、マルチキャスト転送経路計算装置100が計算した始点から終点①、②、③までの各遅延最小経路は、

- ・マルチキャスト転送経路設定装置200→ノードB→終点①、
- ・マルチキャスト転送経路設定装置200→ノードB→ノードD→ノードE→ノードG→終点②、
- ・マルチキャスト転送経路設定装置200→ノードB→ノードD→ノードD→ノードE→ノードG→ノードH→終点③

である。このとき、始点→終点間で被る遅延の最大値は始点200と終点③を結ぶ経路上で被る遅延は6であるため、遅延上限値に関する条件を満たす。

#### 【0090】

図9は、本発明の一実施例の削除対象経路計算を示す図である。

#### 【0091】

次に、遅延最小経路を分割した部分経路のうち、両端が始点、終点、経路の分岐点のいずれかのノードであり、かつ、経路の中間ノードに始点、終点、経路の分岐点を含まない経路を検索する。該当する経路は、

- ・始点200→ノードB（部分経路31）
- ・ノードB→終点①（部分経路32）
- ・ノードB→ノードG（部分経路33）
- ・ノードG→終点②（部分経路34）
- ・ノードG→終点③（部分経路35）

である。このような経路のうち、経路を構成するリンクが持つコスト特性の総和が最も大きい経路を選択する。始点200→ノードBのコストは1、ノードB→終点①のコストは1、ノードB→ノードGのコストは12、ノードG→終点②のコストは1、ノードG→終点③のコストは2であるため、選択される経路はノードB→ノードGとなる。図9は経路の検索結果を示しており、選択された部分経路を遅延最小経路として選択された経路から削除する。その結果、遅延最小経路は2つに分割される。ここで、始点を含む部分経路を40、含まない経路を50とする。この様子を図10に示す。

#### 【0092】

次に、2つの部分経路40、50を結ぶ補完経路を検索する。このとき、補完経路は、部分経路40に含まれる任意の点を始点とし、削除経路の終点、すなわち部分経路50の始点を終点とするような経路のうち、途中部分経路50に属する点と交わず、経路を構成するリンクが保持するコスト特性の各リンクに対する総和が最も小さいものを選択する。この計算法を以下に示す。

#### 【0093】

計算に使用するネットワークのトポロジは、計算対象のネットワークに以下のような修正を加えたものを使用する。まず、擬似的な始点60を用意し、擬似的な始点60から部分経路40に属するすべてのノードに対しリンクを追加する。次に、部分経路50を構成するリンクと部分経路50の始点Gを除いたノード、並びに、当該ノードに接続するすべてのリンクを除去する。この結果、図11に示すようなトポロジが完成する。

#### 【0094】

このトポロジに対し、擬似始点と部分経路50の始点を結ぶ経路を、k-th shortest path algorithmを用いて計算する。k-th shortest path algorithmとは、遅延最小経路から数えてk番目に短い経路を探索するときに使用されるアルゴリズムであり、このような経路を探索するアルゴリズムではすでに提案がなされている。k-th shortest path algorithmの適用に際し、計算に使用される特性値としては遅延とコストが考えられる。

#### 【0095】

計算に使用する特性値が遅延である場合、始点と各終点の間に被る遅延が与えられた上限値を下回る間k-th shortest path algorithmを漸化的に適用する。即ち、k-1番目に短い経路を計算した後、計算結果を用いてk番目に短い経路を検索する。これらの経路のうち、経路を構成するリンクが保持するコスト特性の各リンクに対する総和が最も小さいものを補完経路として選択する。

#### 【0096】

計算に使用する特性値がコストである場合、発見されたk番目に短いコストを保持する経路を始点と各終点の間で被る遅延の上限値を初めて下回ったときに計算を終了し、その時点で計算された擬似始点を除く経路を補完経路として選択する。図12に本実施例における計算結果を示す。擬似始点70と部分経路50の始点であるノードGを結ぶ経路のうち、最もコストの小さい経路は、

擬似始点70→ノードB→ノードD→ノードF→ノードE→ノードG

であるため、擬似始点70を除いた、

ノードB→ノードD→ノードF→ノードE→ノードG

を選択する。

#### 【0097】

遅延の上限値の評価には、部分経路50の始点Gで記録されているノードGからノードGの下流に存在する各終点までに発生する遅延値を使用する。従来の方式では、部分経路50のトポロジが補完経路の計算の際に変化するため、部分経路50の再計算の後、新たな部分経路50の始点から各終点までの遅延を取得する必要があった。本発明では、この作業を省くことで、計算時間を短縮している。遅延の最大値を評価した結果、補完経路接続時に実現される始点→終点間の最大遅延は始点20と終点③を結ぶ経路上で被る遅延7となる。経路が許容する最大遅延が7という条件があるため、この場合遅延条件を満たす。上記の条件を満たす経路を補完経路とし、部分経路40と部分経路50を結ぶ経路として採用する。

#### 【0098】

ここで、アルゴリズムの終了条件について説明する。補完経路が削除された経路と同じ場合、もしくは、削除された経路より大きい経路である場合、削除され



た経路が補完経路となり、アルゴリズムを終了する。もし、異なる場合、補完経路に印を付け、両端が始点、終点、経路の分岐点のいずれかのノードであり、かつ、経路の中間ノードに始点、終点、経路の分岐点を含まない経路のうち、印を付けた経路以外でコストが最も大きい経路を選択し、削除の後、補完経路を見つける。この動作をすべての経路に印が添付されるまで繰り返す。このようにして図13に示すような計算結果が算出される。

#### 【0099】

なお、上述のマルチキャスト転送経路計算装置やマルチキャスト転送経路設定装置は内部にコンピュータシステムを有している。そして、上述した処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記の処理が行われる。ここで、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等を指す。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。

また、構築されたプログラムを、マルチキャスト転送経路計算装置として動作するコンピュータに接続されるハードディスクや、フレキシブルディスク、CD-ROM等の可搬記憶媒体に格納しておき、本発明を実施する際に、CPUにインストールすることも可能である。

#### 【0100】

なお、本発明は、上記の実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲内において、種々変更・応用が可能である。

#### 【0101】

##### 【発明の効果】

上述のように、本発明によれば、始点と終点間で発生する遅延の上限値を考慮した経路計算アルゴリズムを備えた経路計算用ノードを有するシステムを用いることで、マルチキャスト通信において始点と各終点の間に発生する遅延に上限が存在するようなアプリケーションを提供する際に、遅延条件を満たしつつ経路全体のコストの削減を実現することが可能となる。

**【0102】**

また、経路計算の時間を従来方式と比較して短縮することによって、サービスを提供するために必要な時間を短縮することが可能となる。これにより、ユーザに対し、迅速にサービスを提供することが可能となる。

**【図面の簡単な説明】****【図1】**

本発明の原理を説明するための図である。

**【図2】**

本発明の原理構成図である。

**【図3】**

本発明の一実施の形態における概要を説明するための図である。

**【図4】**

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路計算装置の構成図である。

**【図5】**

本発明の一実施の形態におけるマルチキャスト転送経路設定装置の構成図である。

**【図6】**

本発明の一実施の形態における転送経路計算アルゴリズムのフローチャートである。

**【図7】**

本発明の一実施例の対象ネットワークの一例である。

**【図8】**

本発明の一実施例のデータ転送の始点と各終点を結ぶ経路のうち遅延最小経路を示す図である。

**【図9】**

本発明の一実施例の削除対象経路計算を示す図である。

**【図10】**

本発明の一実施例のコスト最大経路削除後に作成される部分経路を示す図であ

る。

【図 11】

本発明の一実施例の補完経路計算用トポロジである。

【図 12】

本発明の一実施例の補完経路計算結果を示す図である。

【図 13】

本発明の一実施例の経路計算結果を示す図である。

【符号の説明】

31～34, 40, 50 部分経路

70 擬似始点

100 マルチキャスト転送経路計算装置

110 情報管理部

111 計測結果格納手段、ルーティングプロトコルモジュール

112 計測情報記憶手段、計測情報記憶部

120 経路計算手段、経路計算部

121 経路計算モジュール

122 計算結果記憶部

130 計測結果受信手段、パケット処理部

131 パケット処理モジュール

132 パケット転送テーブル記憶部

133 ネットワークインタフェース

200 マルチキャスト転送経路設定装置

210 情報管理部

211 ルーティングプロトコルモジュール

212 計測情報記憶部

220 測定部

230 経路設定用プロトコル処理部

240 パケット処理部

241 パケット処理モジュール

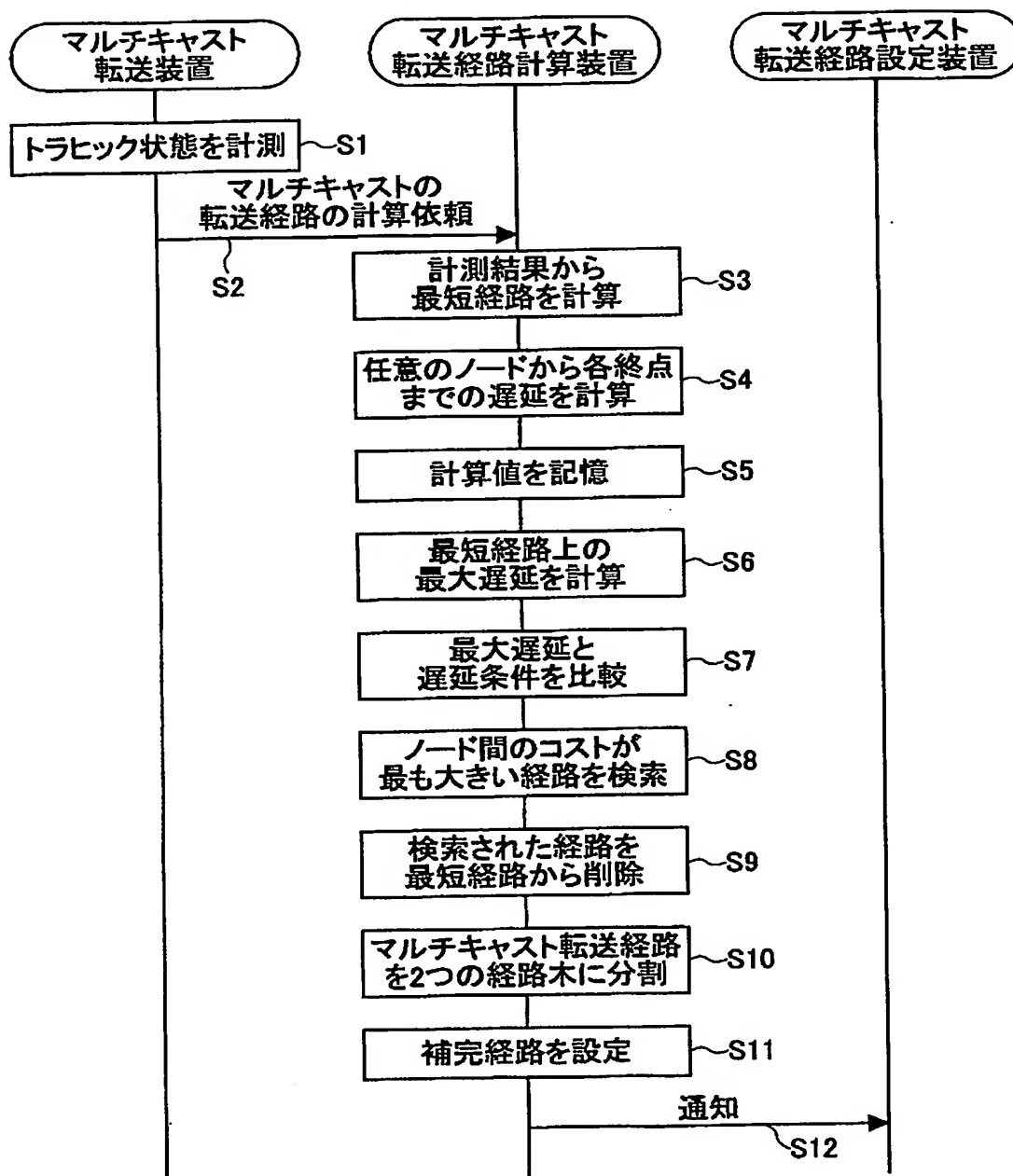
- 242 パケット転送テーブル
- 243 ネットワークインタフェース
- 250 経路計算部
- 251 経路計算モジュール
- 252 計算結果記憶部
- 300 マルチキャスト転送装置
- 1211 最短経路遅延計算手段
- 1212 最大遅延計算手段
- 1213 最大コスト経路検索手段
- 1214 経路木分割手段
- 1215 補完経路計算手段

【書類名】

図面

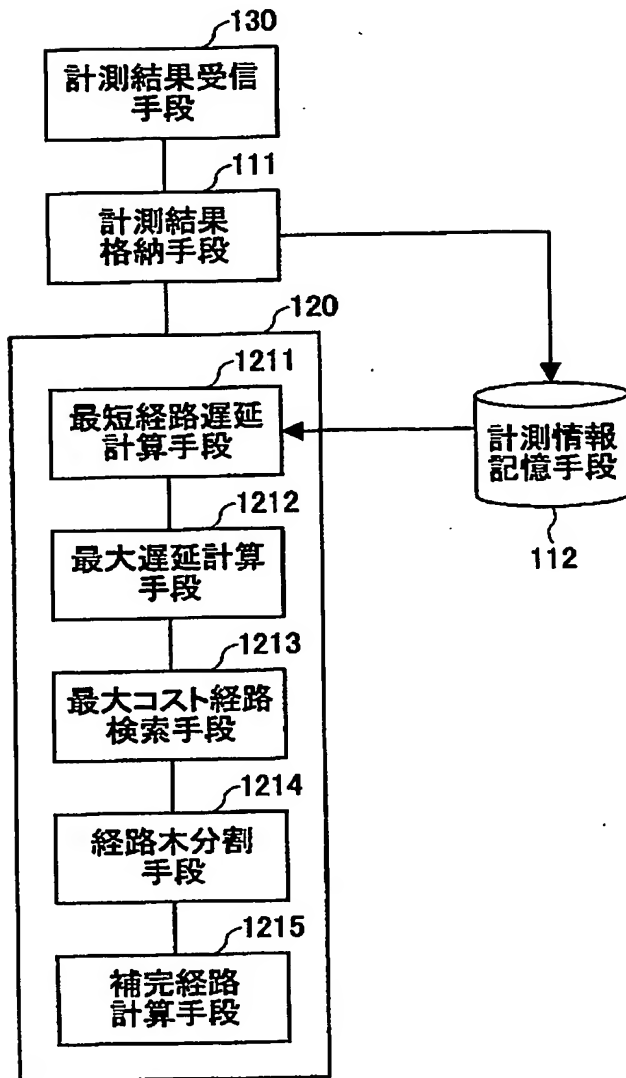
【図 1】

本発明の原理を説明するための図



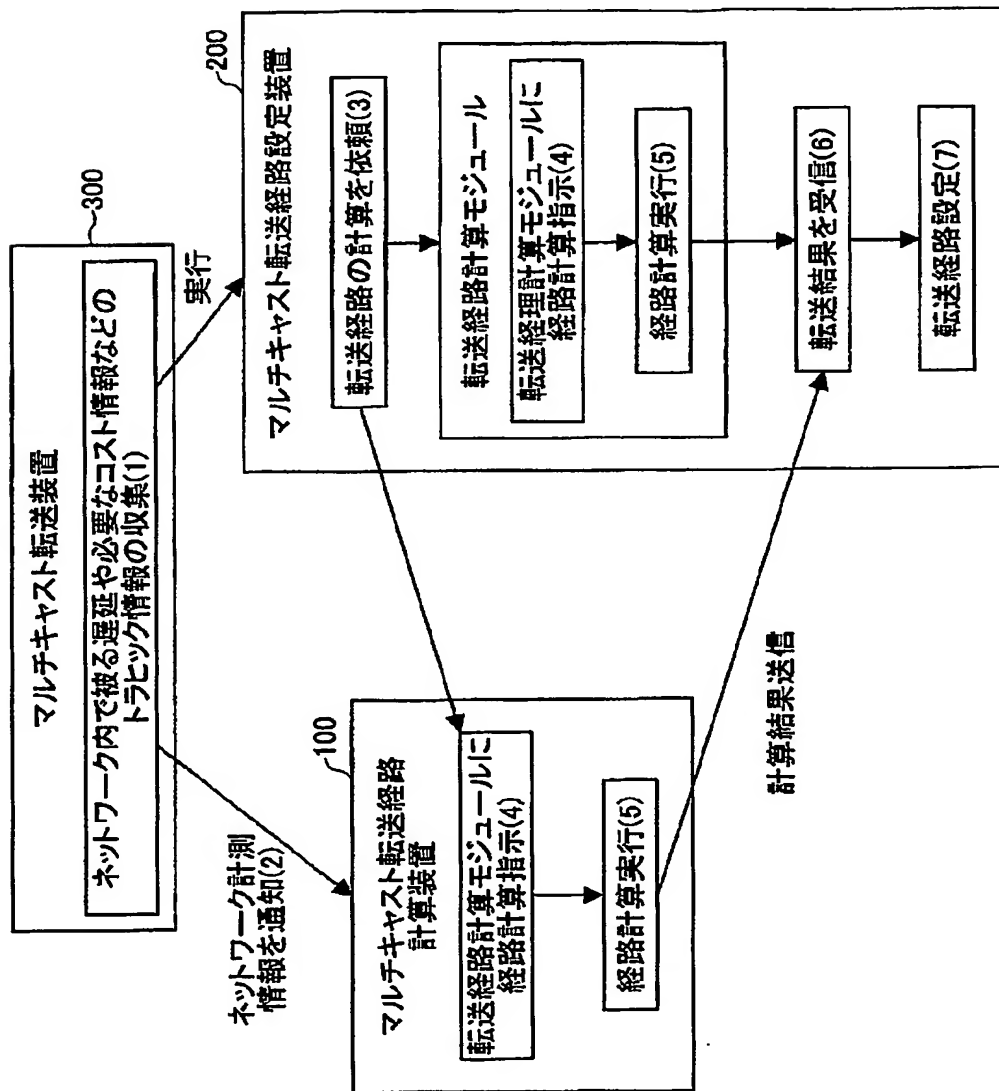
【図 2】

## 本発明の原理構成図



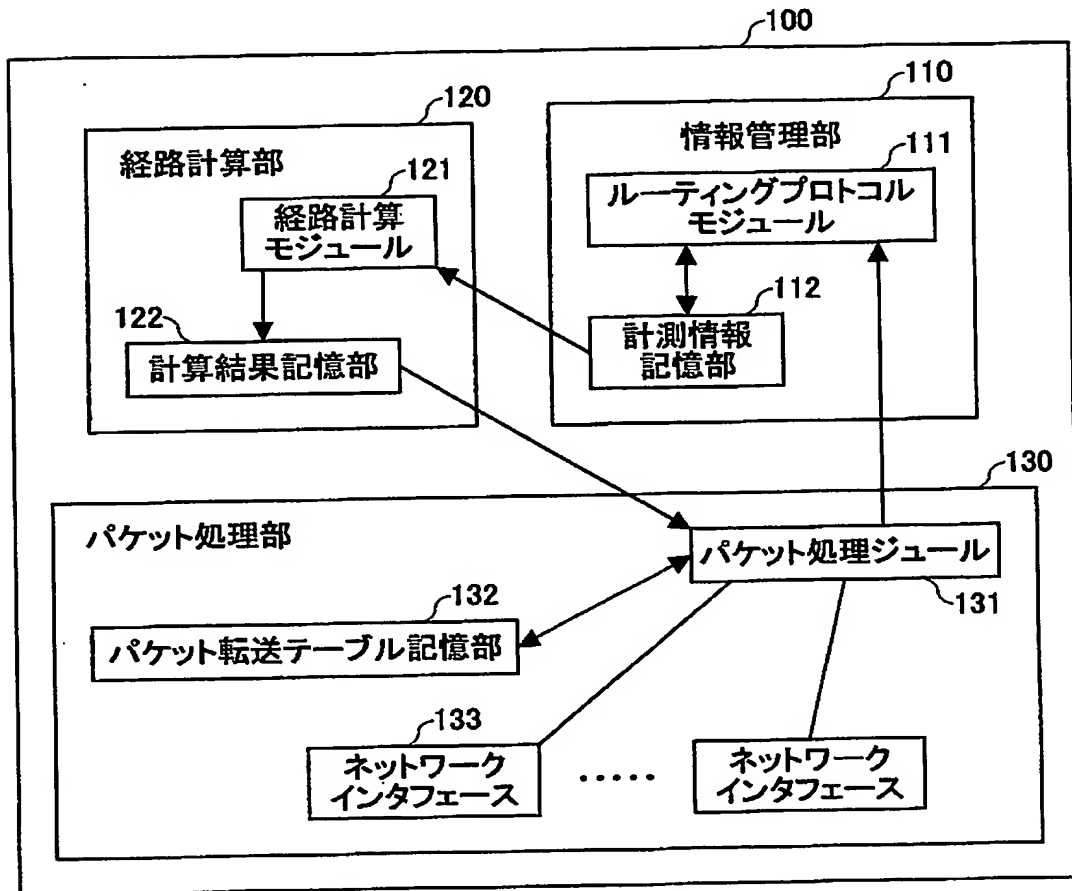
【図 3】

本発明の一実施の形態における概要を説明するための図



【図 4】

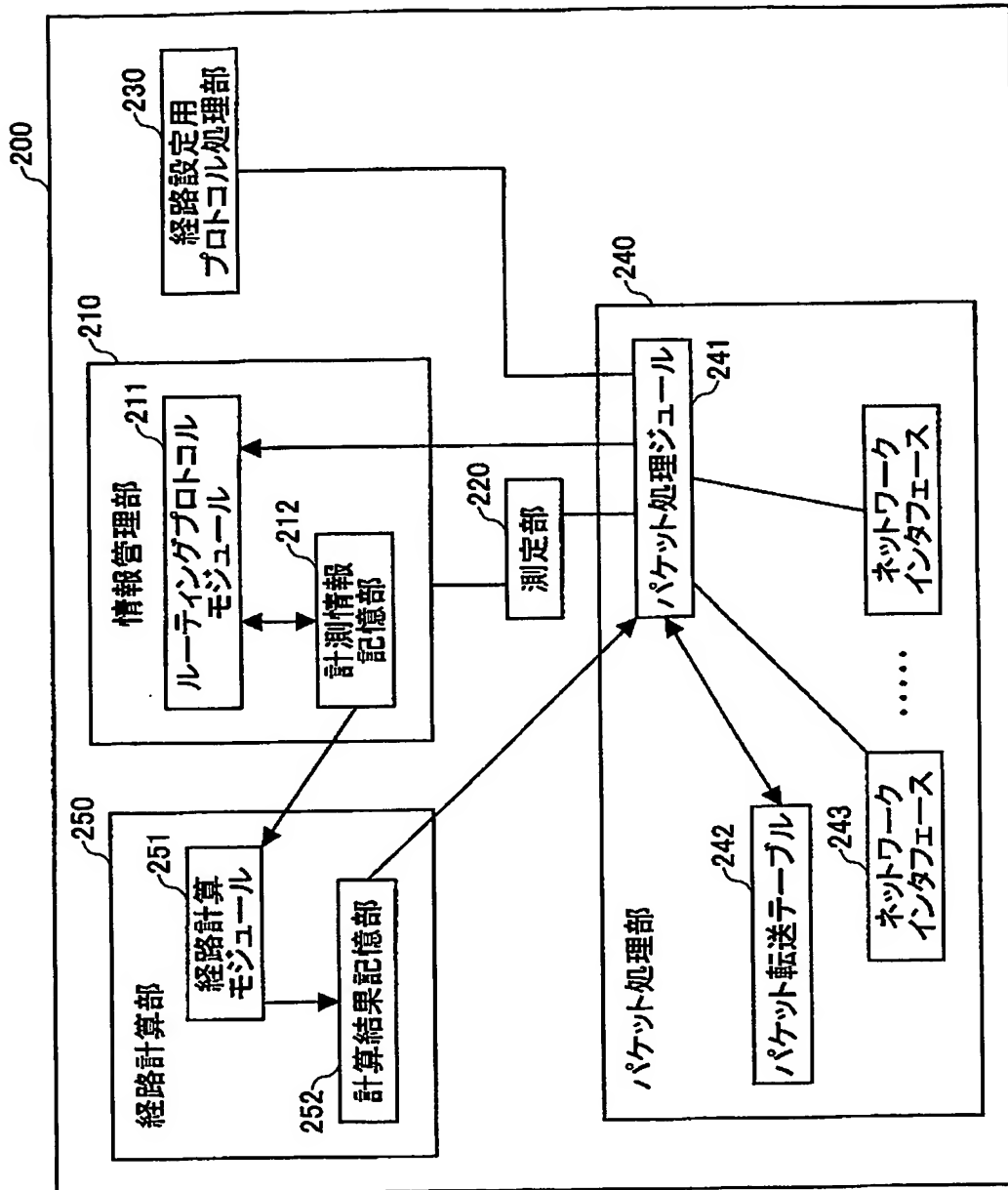
本発明の一実施の形態における  
マルチキャスト転送経路設定装置の構成図



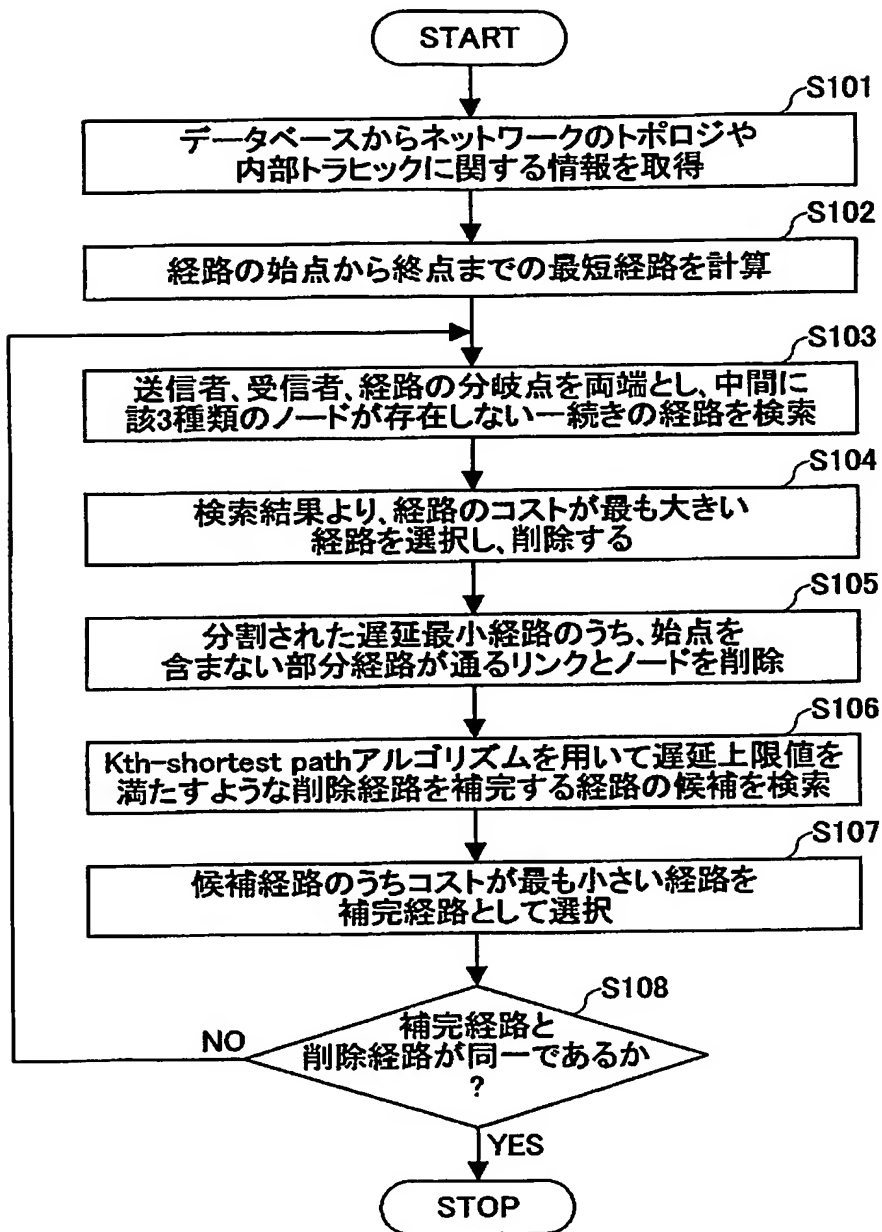


【図 5】

本発明の一実施の形態における  
マルチキャスト転送経路設定装置の構成図

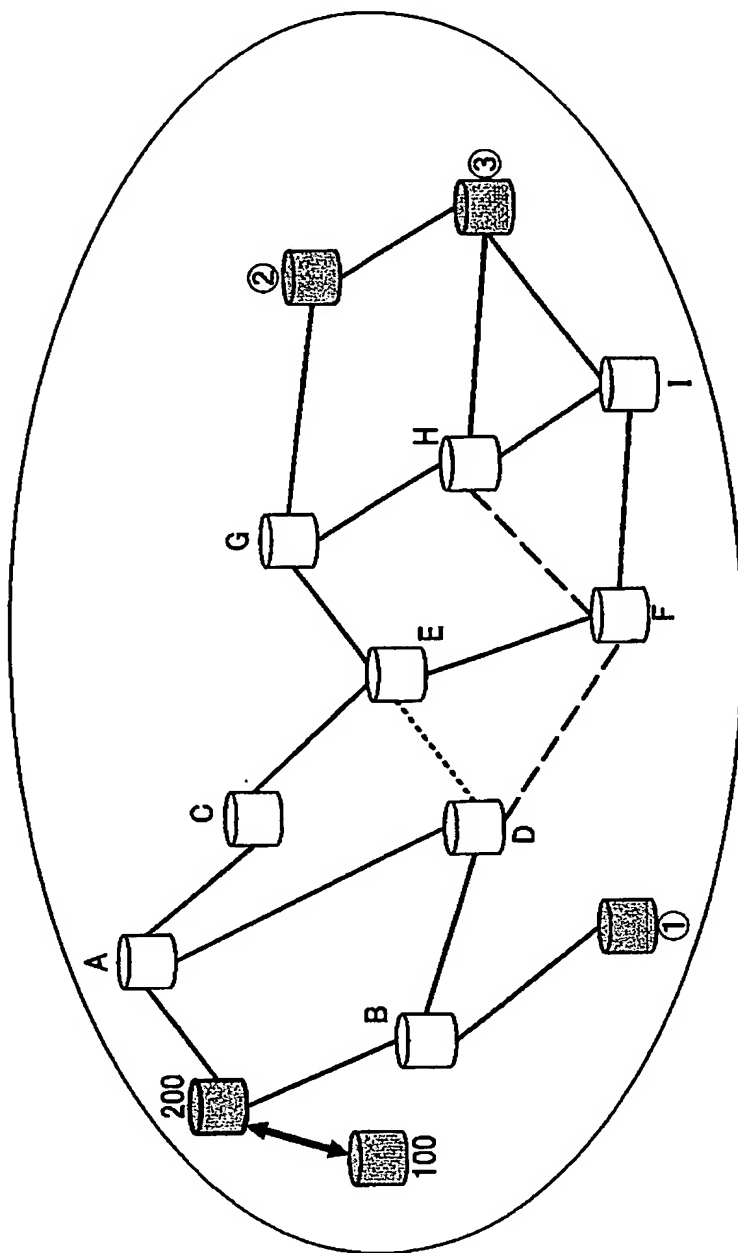


【図 6】

本発明の一実施の形態における  
転送経路計算アルゴリズムのフローチャート

【図 7】

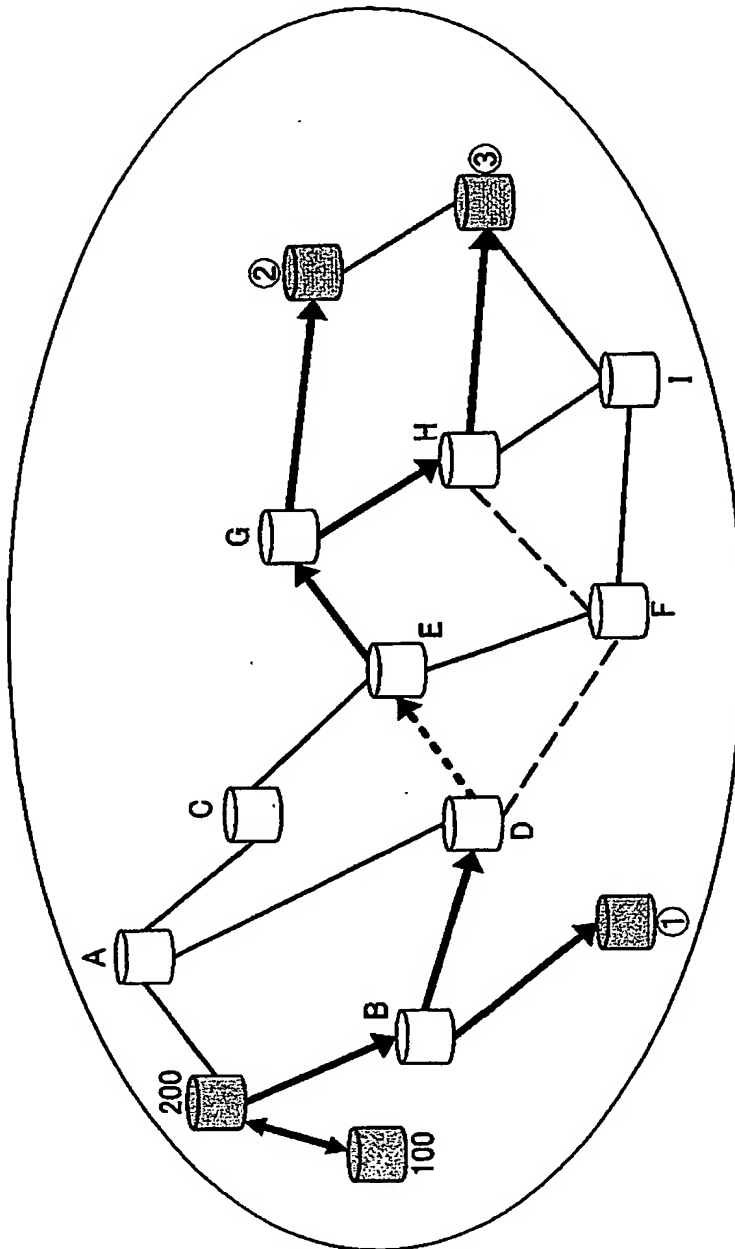
本発明の一実施例の対象ネットワークの一例を示す図



- 両方向の(遅延,コスト)は(1,1)
- ..... 右方向移動時の(遅延,コスト)は(1,10),左方向移動時の(遅延,コスト)は(1,1)
- - - 右方向移動時の(遅延,コスト)は(2,1),左方向移動時の(遅延,コスト)は(1,1)

【図 8】

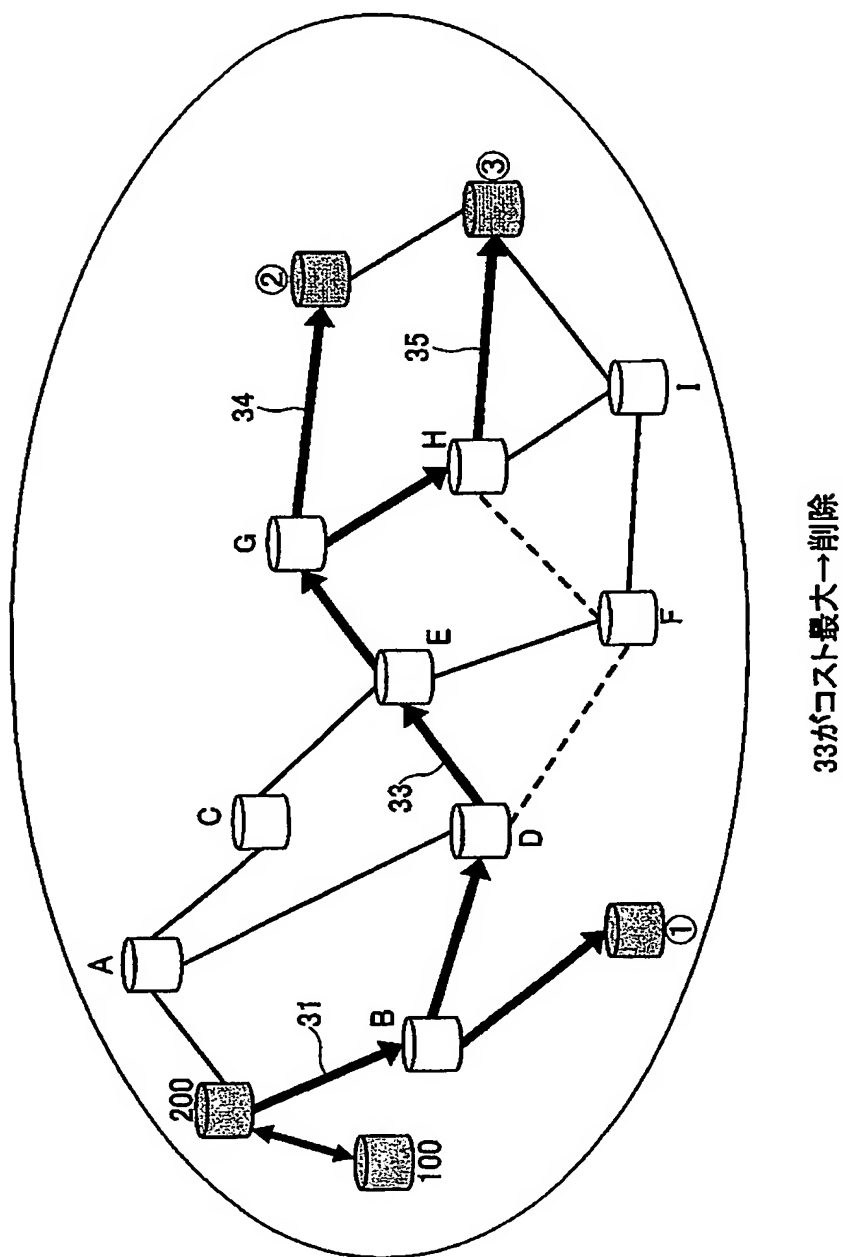
本発明の一実施例のデータ転送の始点と各終点を結ぶ経路のうち遅延最小経路を示す図



- 両方向の(遅延,コスト)は(1,1)
- 右方向移動時の(遅延,コスト)は(1,10),左方向移動時の(遅延,コスト)は(1,1)
- .-.- 右方向移動時の(遅延,コスト)は(2,1),左方向移動時の(遅延,コスト)は(1,1)

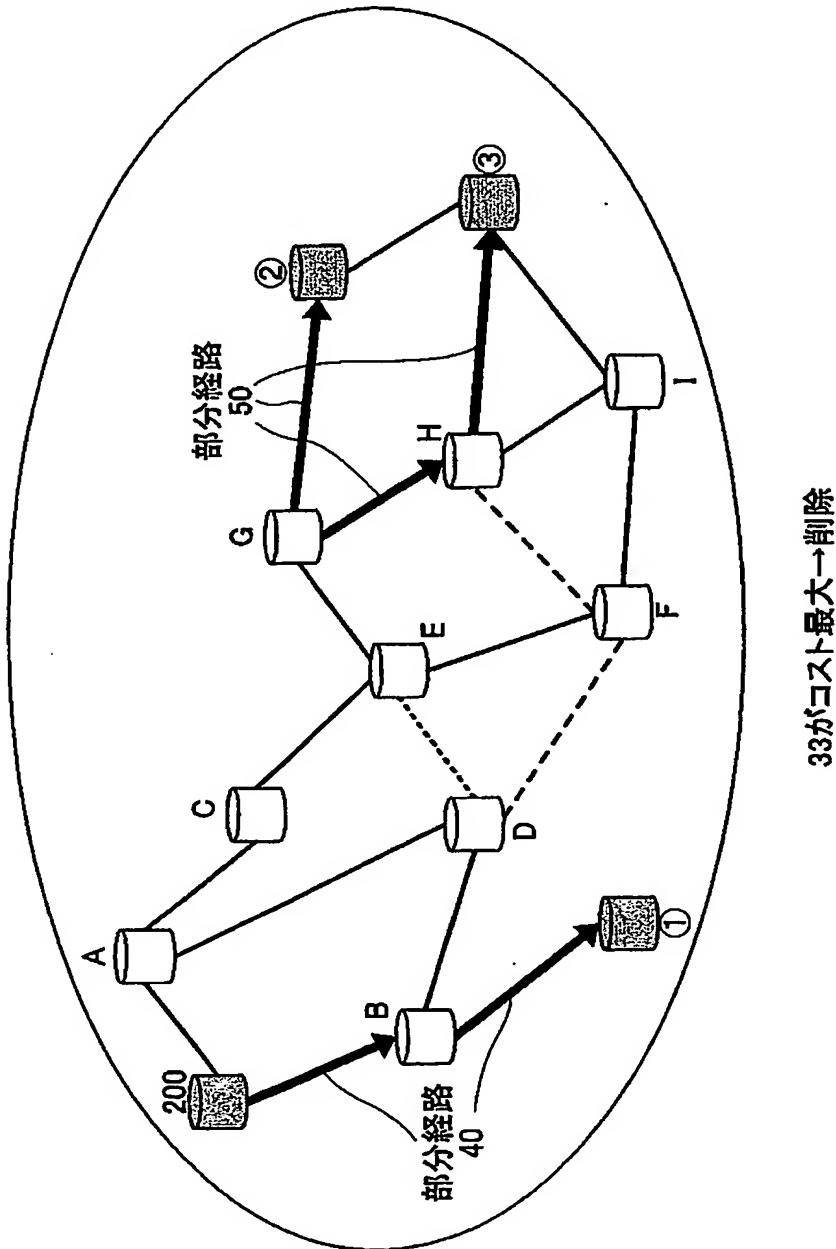
【図 9】

本発明の一実施例の削除対象経路計算を示す図



【図 10】

本発明の一実施例のコスト最大経路削除後に  
作成される部分経路を示す図

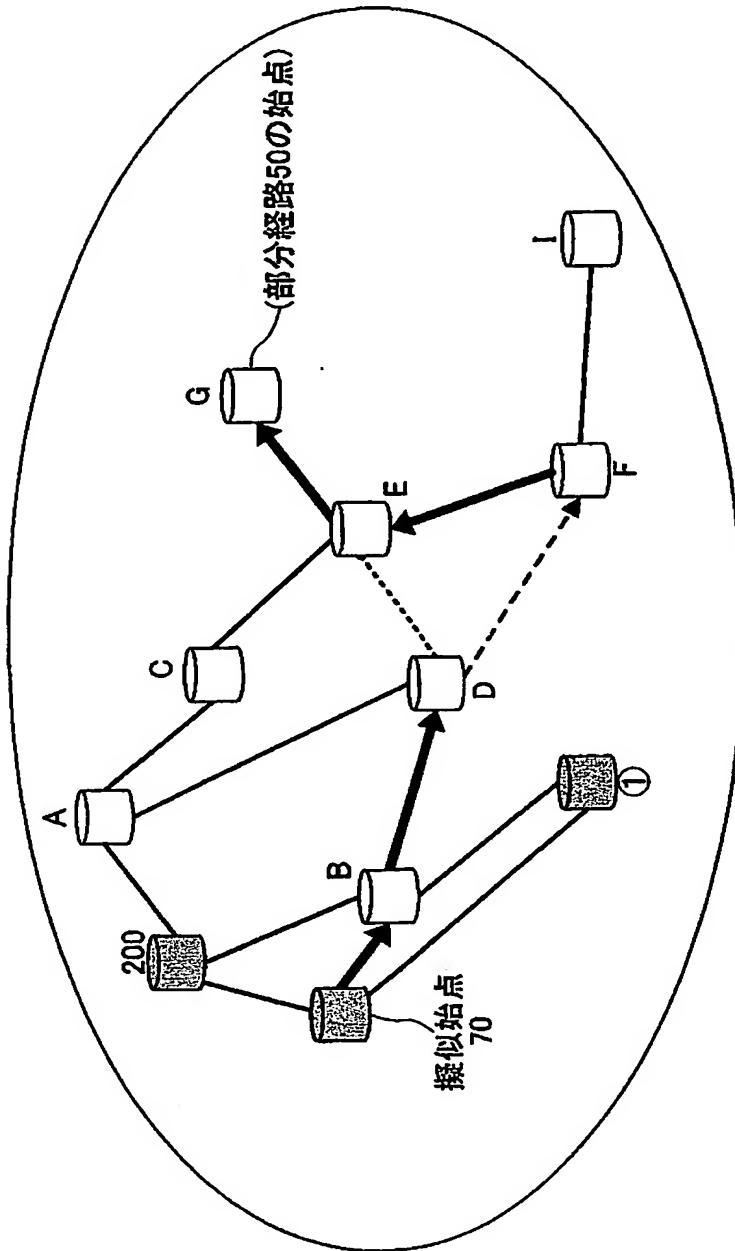


33がコスト最大→削除



【図 12】

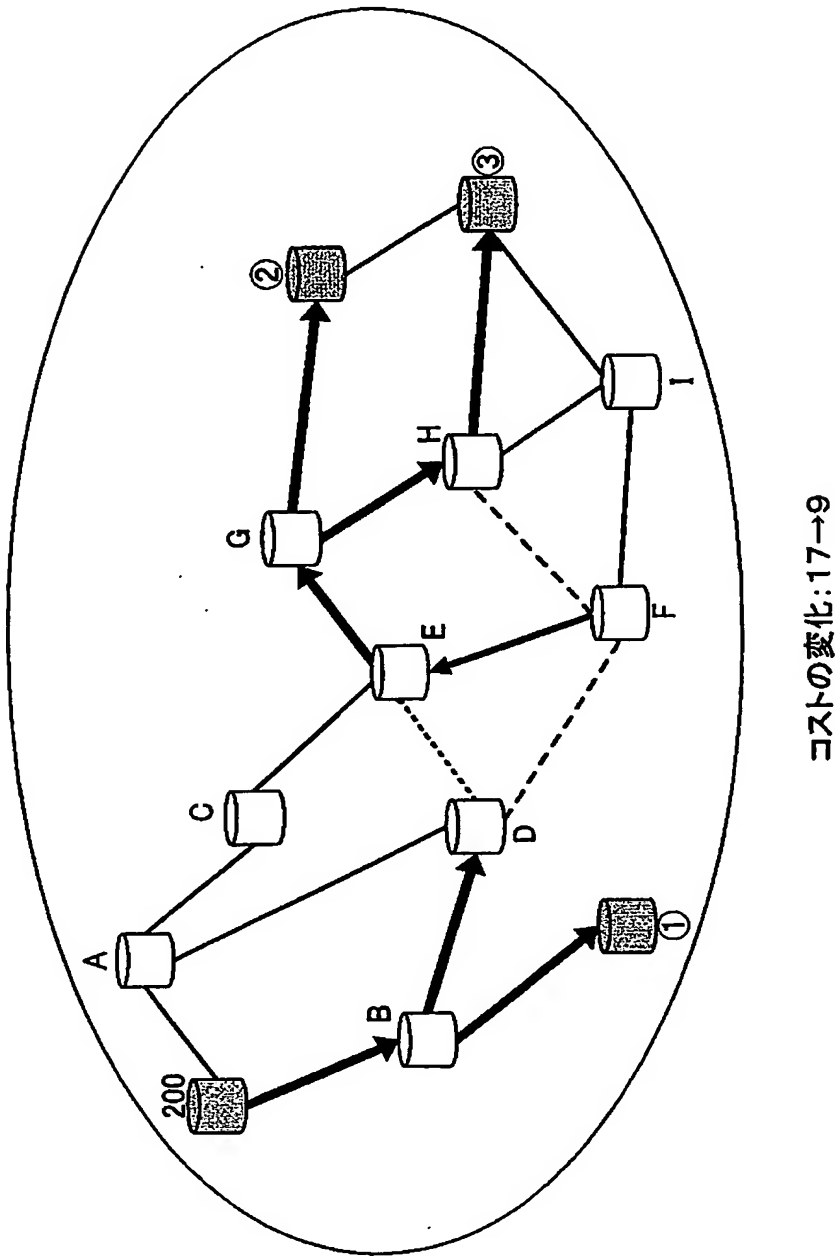
本発明の一実施例の補完経路計算結果を示す図





【図 13】

本発明の一実施例の経路計算結果を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マルチキャスト転送経路の計算速度の向上を実現し、始点と終点の間で被る遅延値に制限値が生じるときの経路全体のコストを削減する。

【解決手段】 本発明は、計測結果から始点と複数の終点を結ぶ最短経路を計算し、最短経路上の任意のノードから各終点間の遅延、及び最大遅延を計算し、最大遅延が遅延条件を満たす場合には、木全体のコスト削減に有効である選択基準に従い、最大コスト経路を最短経路から削除し、マルチキャスト転送経路を2つの経路木に分割し、別に計算された経路を2つの経路木を結ぶために削除対象の経路の補完経路として設定する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 3 1 6 0 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**